

**PERENCANAAN ULANG GEDUNG RUMAH SAKIT AN-NUR YOGYAKARTA
DENGAN BETON BERTULANG**

Naskah Publikasi

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Mencapai Derajat Strata-1 Teknik Sipil



diajukan Oleh :

ANDY ROSYULIANTA IRFAN

NIM : D100 110 003

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN ULANG GEDUNG RUMAH SAKIT AN-NUR YOGYAKARTA
DENGAN BETON BERTULANG

Naskah Publikasi

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 22 Desember 2015

oleh :

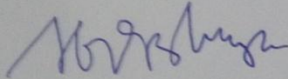
ANDY ROSYULIANTA IRFAN

NIM : D100 110 003

NIKRM : 11.6.106.03010.50003

Susunan Dewan Penguji

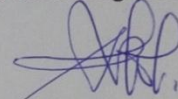
Pembimbing Utama



Ir. Abdul Rochman, M.T.

NIK : 610

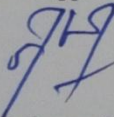
Pembimbing Pendamping



Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D.

NIK : 792

Anggota,



Budi Setiawan, S.T, M.T.

NIK : 785

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 teknik Sipil
Surakarta,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, MT, PhD.
NIK : 733

Ketua Progdi Teknik Sipil



Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D.
NIK : 792

ANDY ROSYULIANTA IRFAN

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

e-mail : andyrosyulianta10@gmail.com

Yogyakarta rapidly growing in terms of both business and infrastructure makes the needs for hospital increased. Therefore it will be planned a 3 floors apartment building with 1 basement in Yogyakarta using High bearer Moment Frame System (SRPMM). The structure of the building which planned must be consider safety aspects, architectural and economic. The plane of apartment building refers to the regulatory standards (SNI) version that has been published, that is SNI-1726: 2012 (Procedures Planning of Earthquake Resistance For Building Structure and Non-Building) and SNI-2847: 2013 (Concrete Structural Requirements To Building). The plan of this building including the main structure (the columns and beams structure) and the roof truss steel structure and plate structure (floor plate, basement walls and stairs). Classification calculation of land sites including SD category (medium soil), then the values of SDS and SD1 are 1.226 and 0.448 so the classification counted as Seismic Design Category (KDS) for this planning counted as KDS D (risk major earthquake). For the planning requirements of loads earthquake on SRPMK building, using virtue factor I_e building with value of 1.0 (residential, risk category II) modification factor response (R) with value of 5, deflection magnification factor (C_d) with value of 2.5. f'_c 25 Mpa used for concrete quality, and steel reinforcement using 400 Mpa BJTs and 240 MPa BJTP. The 350/700 beam dimension used for the 1st and 2nd floor, the 300/600 beam dimension used for the 3rd until 4th floor. For the basement until 2nd floor, 450/600 can be used as column dimensions and 3rd until 4th floor can be used 300/500 for column dimension. The ground structure expected using soles wear foundation with 1 m depth.

Key words : building structure, medium bear moment frame, system plamning.

PERENCANAAN ULANG GEDUNG RUMAH SAKIT AN-NUR YOGYAKARTA DENGAN BETON BERTULANG

ANDY ROSYULIANTA IRFAN

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

e-mail : andyrosyulianta10@gmail.com

Kota Yogyakarta yang berkembang pesat baik dari segi bisnis maupun infrastruktur membuat kebutuhan rumah sakit meningkat. Oleh sebab itu akan di rencanakan sebuah gedung apartemen 3 lantai +1 *basement* dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) di wilayah tersebut. Struktur gedung yang direncanakan harus mempertimbangkan aspek keamanan, arsitektural dan ekonomi. Perencanaan gedung apartemen ini mengacu pada standar peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan, yaitu SNI-1726:2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung) dan SNI-2847:2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Perencanaan gedung ini mencakup struktur utama (struktur atas balok kolom dan struktur bawah) serta struktur rangka atap baja dan struktur plat (plat lantai, dinding *basement* dan tangga). Perhitungan klasifikasi situs tanah termasuk kategori *SD* (tanah sedang), maka diperoleh nilai S_{DS} dan S_{D1} adalah 1,226 dan 0,448 sehingga klasifikasi Kategori Desain Seismik (KDS) untuk perencanaan ini termasuk KDS D (resiko gempa besar). Untuk kebutuhan perencanaan beban gempa pada gedung SRPMM, dipakai faktor keutamaan bangunan I_e dengan nilai 1,0 (hunian, kategori risiko II) faktor modifikasi respons (R) sebesar 5, faktor perbesaran defleksi (C_d) bernilai 2,5. Mutu beton yang dipakai f'_c 25 MPa, serta tulangan baja BJTS 400 MPa dan BJTP 240 MPa. Balok struktur direncanakan berdimensi 350/700 untuk lantai 1 dan 2, 300/600 untuk lantai 3 sampai dengan 4. Sedangkan untuk kolom direncanakan dengan dimensi 450/600 untuk lantai *basement* sampai dengan lantai 2 dan 300/500 untuk lantai 3 sampai dengan 4. Struktur bawah direncanakan memakai pondasi telapak dengan kedalaman 1 m.

Kata kunci : *perencanaan, sistem rangka pemikul momen menengah, struktur gedung.*

PENDAHULUAN Latar Belakang

Perkembangan perekonomian menurut Badan Pusat Statistik setiap tahun mengalami peningkatan dibidang kontruksi, salah satunya rumah sakit. Rumah Sakit merupakan bangunan yang memiliki keamanan yang tinggi dari beban grafitasi yang ada.

Dari sejarah gempa bumi di Yogyakarta tersebut pembangunan infrastruktur publik harus di rencanakan dengan struktur tahan gempa menggunakan peraturan gempa terbaru. Menurut Badan Pusat Statistik kepadatan penduduk yogyakarta yaitu $\pm 3,54$ juta penduduk yang setiap harinya harus memenuhi kebutuhannya. Karena melihat banyaknya jumlah penduduk tidak menutup kemungkinan akan trus meningkat. Oleh karena itu peningkatan penduduk harus juga di imbangi dengan meningkatnya layanan publik yang tahan gempa.

Faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bertingkat tinggi adalah kekuatan struktur bangunan, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan atau menampung beban yang bekerja pada struktur. Dengan adanya peraturan SNI terbaru pembebanan, gempa dan perencanaan struktur.

Pada kontrol ulang Rumah Sakit An-Nur 4 lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) .Sedangkan untuk perhitungan analisis pembebanannya digunakan software SAP 2000.

Dengan pertimbangan di atas maka penulis berkeinginan untuk mengontrol ulang bangunan gedung Rumah Sakit An-Nur menggunakan peraturan-peraturan Standar Nasional Indonesia yang paling terbaru.

Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana menganalisis beban-beban yang bekerja pada struktur (beban mati, hidup dan gempa) sehingga menghasilkan elemen struktur (balok, kolom, plat, tangga, dan fondasi yang memenuhi factor keamanan.

Tujuan Perencanaan

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dengan tujuan untuk desain ulang portal Rumah Sakit An-Nur dengan menggunakan beton bertulang, membandingkan biaya struktur menggunakan beton bertulang dengan struktur baja dan mempraktekkan ilmu yang telah didapat dalam merancang struktur sehingga mendapatkan struktur yang aman terhadap gempa.

Manfaat Perencanaan

Penyusunan tugas akhir dimaksudkan untuk memperoleh pengalaman, pengetahuan dan wawasan perancangan struktur bangunan dan sebagai bekal dasar untuk merencanakan gedung bertingkat di dalam dunia kerja, disamping itu juga sebagai desain ulang pembangunan Rumah Sakit An-Nur Jogjakarta dan usaha untuk merealisasikan semua ilmu yang berkaitan dengan teori dan perancangan struktur yang diperoleh selama kuliah di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Lingkup Perencanaan

Menghindari melebarnya pembahasan, dalam penyusunan tugas akhir ini permasalahan dibatasi pada perencanaan struktur, yaitu perencanaan struktur beton bertulang (plat lantai, tangga, balok, kolom dan perencanaan fondasi) dari bangunan Rumah Sakit Lingkup yang digunakan antara lain sebagai berikut :

Pedoman perencanaan

Pedoman perencanaan yang digunakan mengacu pada peraturan yang secara umum digunakan di Indonesia antara lain :

- 1) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)
- 2) Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)
- 3) Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727:2013)

Perhitungan dan pembahasan

Untuk membatasi pembahasan dalam pelaksanaan perhitungan, maka digunakan persyaratan – persyaratan sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan Pasal 7.2.2 SNI 1726:2002, faktor reduksi gempa (R) = 5
- 2) Kombinasi pembebanan pada struktur atap berdasarkan SNI 1727:2013.
- 3) Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.
- 4) Struktur atap direncanakan plat.
- 5) Plat atap direncanakan dengan ketebalan 100 mm, plat lantai 120 mm dan plat tangga direncanakan dengan ketebalan 120 mm.
- 6) Mutu beton (f'_c) = 25 MPa
- 7) Mutu baja (f_y), tulangan utama = 400 MPa
- 8) Mutu baja (f_y), tulangan begel = 240 MPa
- 9) Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
- 10) Tinggi kolom direncanakan sesuai gambar.
- 11) Pondasi menggunakan telapak

TINJAUAN PUSTAKA

Pembebanan Struktur

Perencanaan struktur bangunan harus memperhitungkan beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban hujan yang bekerja pada struktur tersebut. Beban sendiri yaitu gaya luar yang bekerja pada suatu struktur.

Faktor Beban

Faktor beban memberikan nilai kuat perlu bagi perencanaan pembebanan bagi struktur. Mencari nilai kuat perlu dihitung menurut SNI 1727:2013, supaya struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban, maka harus di penuhi persyaratan dari kombinasi-kombinasi beban terfaktor sebagai berikut ini :

- a) $U = 1,4 D$ (1)
- b) $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (2)
- c) $U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$... (3)
- d) $U = 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$... (4)
- e) $U = 1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S$ (5)
- f) $U = 0,9 D + 1,0 W$ (6)
- g) $U = 0,9 D + 1,0 E$ (7)

Beban Gempa

Untuk struktur gedung yang memenuhi kekuatan Pasal 12.4.1 SNI gempa-2012, beban gempa nominal yang bekerja pada struktur gedung boleh dihitung berdasarkan analisis beban gempa statis ekuivalen.

- 1a). *Faktor keutamaan (I_e) dan kategori risiko struktur bangunan.* Di dalam SNI-1726-2012 Pasal 4.1.2, kategori risiko struktur bangunan dikelompokkan menjadi 4 kategori. Kategori I merupakan kategori bangunan gedung dan non-gedung yang mempunyai tingkat keutamaan paling rendah, sedangkan kategori IV adalah kategori dengan keutamaan bangunan paling tinggi. Adapun faktor keutamaan gedung disesuaikan

menurut kategori risiko struktur bangunan tersebut. Semakin tinggi kategori struktur bangunan, maka nilai faktor keutamaan juga semakin tinggi.

- 1b). *Periode getar alami struktur (T).* Untuk menghitung periode getar alami digunakan rumus-rumus pendekatan pada SNI-1726-2012 Pasal 7.8.2.1 khusus untuk analisis dengan metode statis, dengan catatan harus dikontrol dengan periode getar eksak.
- 1c). *Koefisien beban gempa dasar (C).* Nilai C diperoleh dari diagram respons spektrum berdasarkan periode getar alami struktur (T). Nilai C digunakan sebagai beban dasar untuk gaya geser desain struktur.
- 1d). *Faktor reduksi beban gempa (R).* Faktor reduksi beban gempa atau faktor modifikasi respons (R) adalah suatu nilai yang mereduksi jumlah beban gempa berdasarkan tipe struktur yang direncanakan serta komponen struktur pendukung lainnya. Nilai R diatur di dalam SNI-1726-2012 Pasal 7.2.1.
- 1e). *Berat seismik efektif (W).* Berat seismik efektif adalah berat sendiri dari keseluruhan struktur ditambah dengan berat beban hidup yang direduksi. Berat seismik efektif diatur di dalam SNI-1726-2012 Pasal 7.7.2.

Respons spektrum di wilayah Indonesia

Respons spektrum setiap wilayah di Indonesia berbeda-beda tergantung dari lokasi serta kondisi tanahnya. Respons spektrum di wilayah Indonesia diatur di dalam SNI-1726-2012 Pasal 6. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi respons spektrum suatu wilayah.

- 1a). *Parameter respons percepatan periode pendek (S_s) dan periode 1 detik (S_1).* Parameter S_s dan S_1 diperoleh berdasarkan peta gempa di dalam SNI-1726-2012. Parameter respons percepatan periode pendek atau 0,2 detik (S_s) dan periode 1 detik (S_1) dipakai karena di antara periode tersebut mengandung energi gempa terbesar.
- 1b). *Klasifikasi situs tanah (sebagai faktor amplifikasi).* Dalam menentukan situs tanah diperlukan investigasi tanah dengan kedalaman sampai 30 m. Karakteristik tanah yang diperlukan adalah kecepatan gelombang geser (v_s), standar tahanan penetrasi N-SPT (N) dan kuat geser tanah (s_u). Dari 3 kriteria tersebut minimal harus ada 2 kriteria untuk menentukan situs tanah. Situs tanah diklasifikasikan menjadi 6 situs, yaitu SA sampai dengan SF.

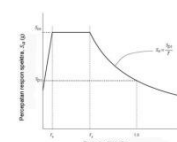
LANDASAN TEORI

Perencanaan Struktur Portal dengan Prinsip Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yaitu system rangka (portal) yang direncanakan bersifat daktail parsial. Menggunakan faktor reduksi gempa (R) 5 (Pasal 7.2.2 SNI Gempa-2012).

Diagram Respons Spektrum

Respons spektrum gempa dapat dibuat/digambar berdasarkan rumus-rumus ketentuan yang tercantum dalam SNI Gempa-2012. Ada pula cara praktis untuk membuat respons spektrum aplikasi PU dengan data klasifikasi situs tanah (SA sampai SF)



Gambar III.1 Respons Spektrum Beban Gempa

Desain struktur gedung beton bertulang

Struktur portal didesain berdasarkan kebutuhan gaya dalam yang diderita dengan memakai prinsip SRPMM. Dengan adanya konsep desain kapasitas, balok dan kolom dipasang sendi plastis dengan harapan mekanisme goyang dan keruntuhan sesuai dengan rencana. Sendi plastis pada balok dipasang pada jarak $2h$ dari muka kolom, sedangkan sendi plastis kolom dipasang pada jarak λ_o dari ujung bawah kaki kolom dengan ketentuan sebagai berikut

$$\lambda_o \geq 1/6 \text{ dari tinggi bersih kolom} \dots\dots\dots (8)$$

$$\lambda_o \geq \text{dimensi terbesar penampang kolom} \dots\dots\dots (9)$$

$$\lambda_o \geq 500 \text{ mm} \dots\dots\dots (10)$$

Kontrol Kolom Biaksial

Kemampuan kolom dalam menahan momen 2 arah dikontrol dengan cara bresler dengan rumus :

$$a = \left(\frac{M_{ux}}{M_{uxo}} \right)^m + \left(\frac{M_{uy}}{M_{uyo}} \right)^n \dots\dots\dots (11)$$

Nilai $m = n$ diambil 1,5 untuk kolom persegi panjang. Jika nilai $a < 1$, maka kolom aman dan mampu menahan momen 2 arah tersebut.

Desain Struktur Bawah

Pondasi direncanakan menggunakan pondasi telapak. Dengan menyamakan keadaan yang berada di lapangan.

METODE PERENCANAAN ULANG

Data Perencanaan Ulang

Data control ulang struktur meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1). Gambar denah Rumah Sakit An-Nur untuk obyek kontrol ulang. (Terlampir)
- 2). Balok dan kolom mampu menahan beban gempa dan gaya geser akibat beban horizontal. (gambar terlampir)
- 3). Struktur pondasi

Alat Bantu Perencanaan Ulang

- 1). Program SAP 2000 v. 15
Program ini adalah program komputer untuk perhitungan portal beton bertulang pada struktur gedung.
- 2). Program Gambar (*Autocad* 2014)
Program ini adalah program komputer untuk penggambaran detail-detail struktur yang diperlukan dalam perencanaan maupun perhitungan struktur.
- 3). Program *Microsoft Office 2013*
Program ini adalah program komputer yang digunakan untuk membuat laporan, bagan alir, analisa data dan juga untuk membuat tabel.

Peraturan

Pada perencanaan ini digunakan peraturan-peraturan sebagai berikut :

- 1). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)
- 2). Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)
- 3). Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain (SNI 1727:2013)

Tahapan Perencanaan

Perencanaan gedung ini dilaksanakan dalam 6 (enam) tahap seperti terlihat dalam bagan alir pada Gambar IV.1, yaitu sebagai berikut :

1). Tahap I : Pengumpulan data

Pada tahap ini dikumpulkan data-data untuk perencanaan gedung yang berupa data-data dari soal tugas akhir, Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk bangunan gedung dan aturan-aturan yang mendukung sebagai acuan perencanaan.

2). Tahap II : Perencanaan plat atap dan tangga

Pada tahap ini dilakukan desain gambar rencana, penghitungan struktur atap, dan penghitungan struktur tulangan plat dan tangga.

3). Tahap III : Perencanaan balok dan kolom

Pada tahap ini direncanakan asumsi dimensi awal balok dan kolom, analisis beban yang terjadi pada balok dan kolom, terdiri dari beban mati, beban hidup dan beban gempa, analisa mekanika terhadap beban perlu kombinasi.

4). Tahap IV : Penentuan kecukupan dimensi balok dan kolom

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai dimensi balok dan kolom apakah cukup atau tidak. Apabila tidak cukup, maka dimensi direncanakan ulang. Apabila cukup, maka dilanjutkan ke penulangan balok dan kolom.

5). Tahap V : Perencanaan pondasi

Pada tahap ini di analisis kecukupan dimensi dan penulangan pondasi.

6). Tahap VI : Pembuatan gambar detail

Pada tahap ini dilaksanakan penggambaran sesuai hasil hitungan.

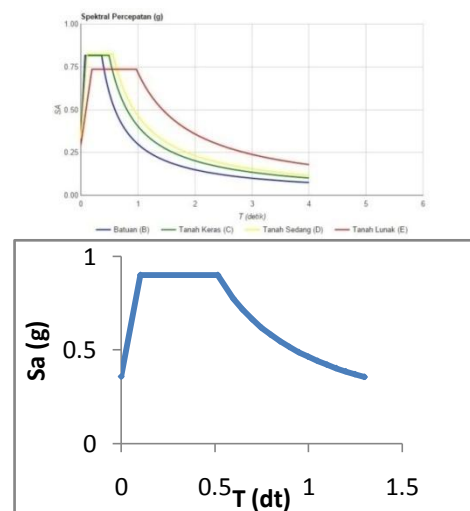
Pembahasan

1) Perencanaan Plat

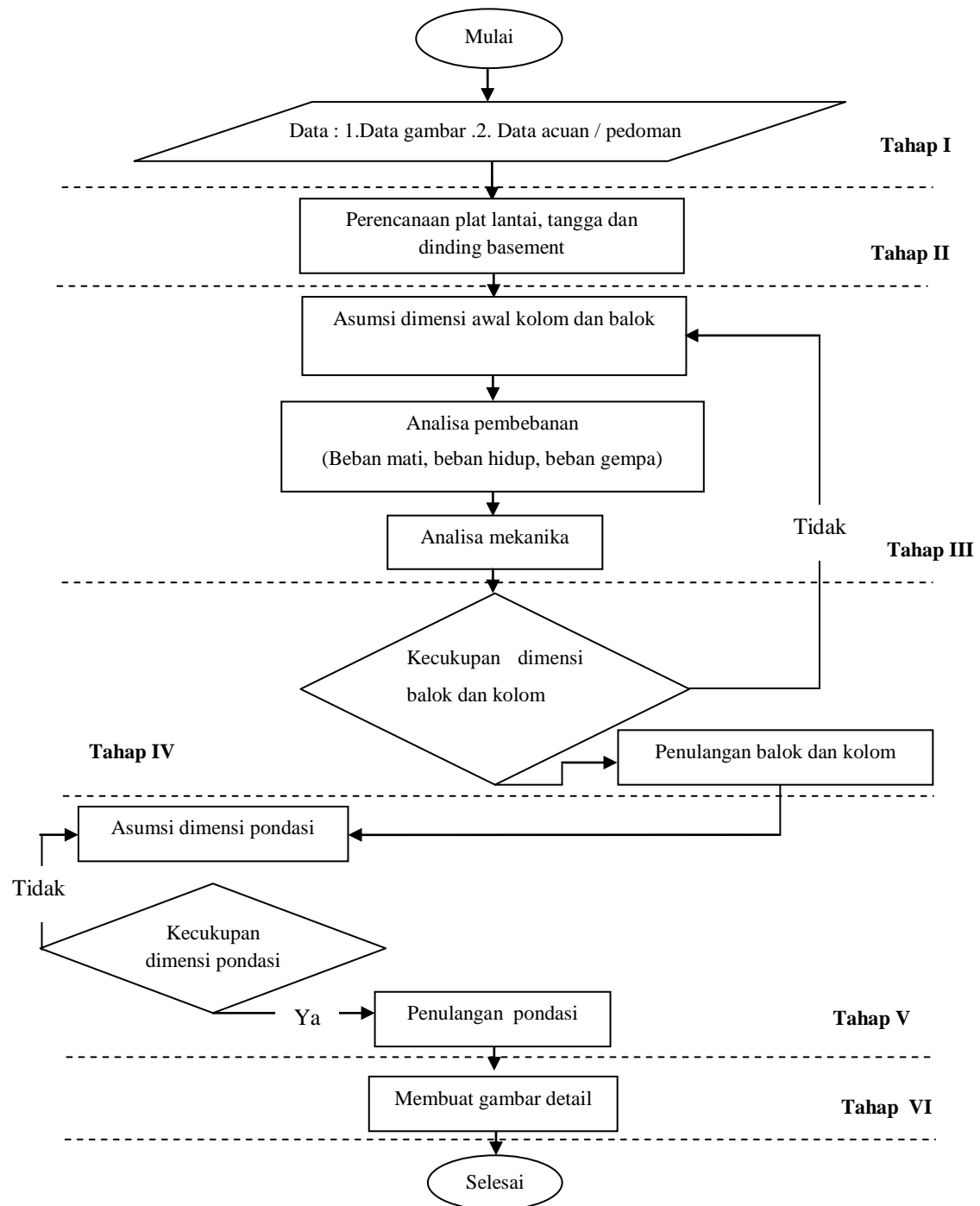
Plat atap, plat lantai, plat basement dan dinding basement direncanakan dengan plat 2 arah dengan tulangan pokok $\varnothing 10$ dan tulangan bagi $\varnothing 8$. Untuk konstruksi tangga menggunakan sistem plat 1 arah dengan tulangan syang sama dengan plat lantai

2) Diagram Respons Spektrum

Dengan klasifikasi tanah termasuk kategori D (tanah sedang) di bawah ini adalah 2 gambar untuk menentukan respons spectrum



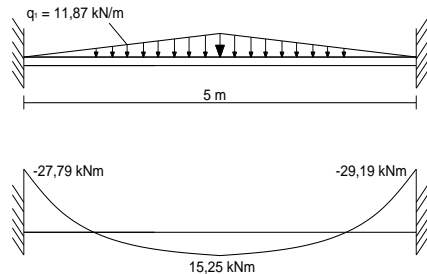
Gambar IV.1.Respons Spektrum hitungan manual dan aplikasi PU



Gambar IV.1. Bagan alir tahap perencanaan.

Validasi hasil analisa mekanika

Validasi moment akibat beban mati



Nama Kolom	Posisi	Momen(absolut) kNm
K1	ujung atas	29,2
	bawah	67,66
K2	ujung atas	82,25
	bawah	108,57
K3	ujung atas	29,2
	bawah	67,66
Total		384,64

Momen akibat berat sendiri

Luas penampang = $0,350 \times 0,700 = 0,245 \text{ m}^2$

Berat volume beton = 25 kN/m^3

Berat sendiri per m = $0,245 \times 25 = 6,125 \text{ kN/m}$

Momen primer (MP_1)

$$= \frac{q \cdot l^2}{12} = \frac{6,125 \cdot 5^2}{12} = 12,76 \text{ kNm}$$

Momen akibat beban merata segitiga

Momen primer (MP_2)

$$= \frac{5 \cdot q \cdot l^2}{96} = \frac{5 \cdot 11,87 \cdot 5^2}{96} = 15,45 \text{ kNm}$$

Momen primer total = $MP_1 + MP_2$

= $12,76 + 15,45 = 28,21 \text{ kNm}$. Nilai momen hasil

SAP2000 pada ujung kiri frame B4-B-21 adalah

27,79 kNm, mendekati nilai hitungan manual

(28,21 kNm). Dengan demikian maka nilai

momen hasil SAP2000 dapat dipakai karena

hasilnya mendekati.

Validasi moment akibat beban gempa

Lantai	w	L	w.0,3L	h	$W_i \cdot h^{1,032}$	Fi	$\sum f_i$
Atap	217,77	45,00	231,27	16,00	4049,48	98,27	98,27

Perhitungan gaya gempa dilakukan dengan tinggi kolom pada lantai atap dilakukan seperti berikut ini.

Gaya gempa pada lantai atap (F_{atap}) = 98,272 kN

Tinggi lantai paling atas (h_{atap}) = 4 m

$$F_{\text{atap}} \cdot h_{\text{atap}} = 98,27 \cdot 4$$

$$= 393,08 \text{ kNm}$$

Nilai jumlah momen total ujung-ujung

kolom lantai paling atas sama dengan nilai

$F_{\text{atap}} \cdot h_{\text{atap}}$, yaitu 393,01 kNm sehingga

perhitungan analisa mekanika pada SAP2000

dianggap sudah benar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dan perhitungan struktur rumah sakit 3 lantai +1 *basement* dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) di wilayah Yogyakarta, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang akan disebutkan berikut ini.

1. Perencanaan konstruksi plat
 - a). Pelat lantai 1 sampai dengan 4 digunakan beton bertulang dengan ketebalan 120 mm. Plat lantai dipasang tulangan pokok Ø10 – 140 dan tulangan bagi Ø8 – 200 pada masing-masing arah x dan y ada satu plat yang menggunakan Ø10 – 110 dan tulangan bagi Ø8 – 200 arah x
 - b). Pelat dinding *basement* beton bertulang dengan ketebalan 200 mm, pada tumpuan dipasang tulangan pokok Ø19 – 110 dan tulangan bagi Ø8 – 90. Adapun daerah lapangan dipasangkan tulangan pokok Ø12 – 110. Tulangan yang dipakai adalah BJTS 400 MPa.
 - c). Konstruksi tangga utama memakai beton bertulang dengan tebal 120 mm. Tangga mempunyai sudut 30^0 dengan *optrade* T = 16 cm dan *antrade* I = 28 cm. Pada bordes dipasang tulangan pokok Ø10 – 200 dan tulangan bagi Ø8 – 200. Adapun tangga dipasang tulangan pokok Ø10 – 140 dan tulangan bagi Ø8 – 200.
2. Perencanaan struktur balok dengan SRPMM

Struktur balok utama direncanakan mempunyai dimensi dan diameter tulangan seperti yang ditabelkan pada Tabel X.1 di bawah. Tabel X.1. Dimensi balok dan diameter tulangan terpakai.

Lantai	Dimensi balok	Tulangan utama	Tulangan geser
1	350/700	Longitudinal D19 Torsi D13	2dp8
2			
3	300/600		
4			

3. Perencanaan kolom dengan SRPMM

Struktur kolom utama direncanakan mempunyai dimensi 450/600 pada lantai *basement* sampai dengan lantai 2 dan 300/500 pada lantai 3 sampai dengan 4. Diameter tulangan yang dipakai adalah D25 untuk tulangan longitudinal dan 2dp10 untuk tulangan geser.

4. Perencanaan struktur bawah

Struktur bawah terdiri dari fondasi telapak dan sloof. . Sloof yang dipakai berdimensi 350x700mm dengan tulangan longitudinal Ø16 dan tulangan geser 2dp8.

Saran

1. Struktur gedung hendaknya direncanakan dengan geometri yang baik sehingga diperoleh struktur yang aman dan ekonomis tanpa kehilangan aspek arsitektural.
2. Standar peraturan baru yang telah diterbitkan (SNI) baik perencanaan beban gempa maupun desain beton bertulang untuk struktur gedung hendaknya dapat dipahami dengan baik oleh perencana sehingga gedung yang direncanakan sesuai dengan kondisi terkini. Karena pada dasarnya peraturan baru diterbitkan berdasarkan penelitian-penelitian terbaru dari ilmu-ilmu yang terkait.
3. Besar dimensi struktur (balok, kolom maupun pondasi) hendaknya ditentukan dengan selalu memperhatikan perbandingan beton dan rasio tulangan besi agar biaya konstruksi lebih hemat.
4. Pemakaian alat bantu hitung (seperti *software* SAP2000) perlu dilakukan dengan penguasaan ilmu penggunaan *software* tersebut serta ilmu teknik konvensional yang cukup dengan harapan meminimalisir kesalahan dalam penggunaannya.
5. Proses pemodelan struktur, pembebanan dan pengambilan hasil output aplikasi SAP2000 hendaknya dilakukan dengan hati-hati dan teliti. Hasil output gaya dalam yang diperoleh sebaiknya divalidasi seperlunya dengan metode konvensional untuk menjamin hasil *output* sudah benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 2009. *Struktur Beton Lanjut*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2010a. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*, Edisi pertama, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Asroni, A., 2010b. *Kolom, Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*, Edisi pertama, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Asroni, A., 2012. *Contoh Perencanaan Portal Beton Bertulang dengan Sistem Daktil Parsial*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Rochman, A. 2012. *Pedoman Penyusunan Tugas Perancangan Atap*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- SNI 1726:2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012. Dinas Pekerjaan Umum.
- SNI 1727:2013. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI 1727:2013. Dinas Pekerjaan Umum.
- SNI 2847:2013. Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013. Dinas Pekerjaan Umum.